

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-316679

(43)Date of publication of application : 11.11.2004

(51)Int.Cl.

F16K 47/02

// F16K 1/52

F16K 31/122

(21)Application number : 2003-107567

(71)Applicant : CKD CORP

(22)Date of filing : 11.04.2003

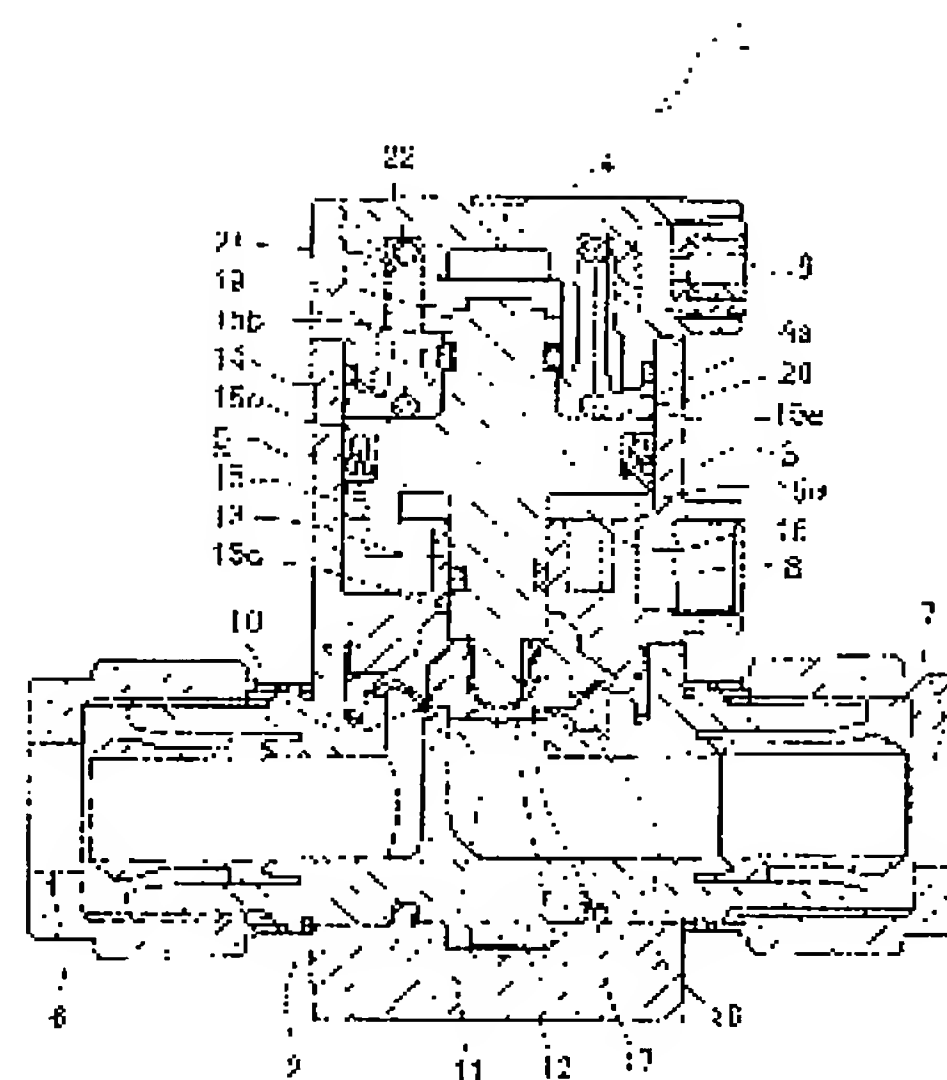
(72)Inventor : TSUJI TOKUKAZU  
OSUGI SHIGERU

## (54) FLOW CONTROL VALVE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent occurrence of water hammer while having a relatively simple structures of a diaphragm valve element and a valve seat.

SOLUTION: A flow control valve 1 is equipped with a valve seal 10 and valve hole 11 provided between an input port 7 and an output port 6, a diaphragm valve element 12 provided corresponding to the valve seat 10, and a piston 15 or the like for moving the diaphragm valve element 12 to the valve seat 10. By adjusting the minimum passage area between the diaphragm valve element 12 and the valve seat 10 by the piston 15 or the like, the flow rate of liquid flowing from the input port 7 to the output port 6 is controlled. In the flow control valve 1, the minimum passage area is gradually reduced from the beginning of the movement of the diaphragm valve element 12 by varying the gap between the valve seat 10 and the diaphragm valve element 12 in the process of bringing the diaphragm valve element 12 near to the valve seat 10 by specific shapes of the valve seat 10 and the diaphragm valve element 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

JP 2004-316679 A 2004.11.11

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-316679

(P2004-316679A)

(43) 公開日 平成16年11月11日(2004.11.11)

(51) int. Cl. <sup>7</sup>	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 K 47/02	F 1 6 K 47/02 A	3 H 0 5 2
// F 1 6 K 1/52	F 1 6 K 1/52 A	3 H 0 5 6
F 1 6 K 31/122	F 1 6 K 31/122	3 H 0 6 6

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2003-107567 (P2003-107567)	(71) 出願人	000106760
(22) 出願日	平成15年4月11日(2003.4.11)		シーケーディ株式会社
			愛知県小牧市尾崎二丁目250番地
		(74) 代理人	100097009
			弁理士 富澤 幸
		(74) 代理人	100088431
			弁理士 山中 郁生
		(74) 代理人	100105751
			弁理士 岡戸 昭佳
		(72) 発明者	辻 徹和
			愛知県春日井市堀ノ内町850番地 シー
			ケーディ株式会社春日井事業所内
		(72) 発明者	大杉 滋
			愛知県春日井市堀ノ内町850番地 シー
			ケーディ株式会社春日井事業所内
			最終頁に続く

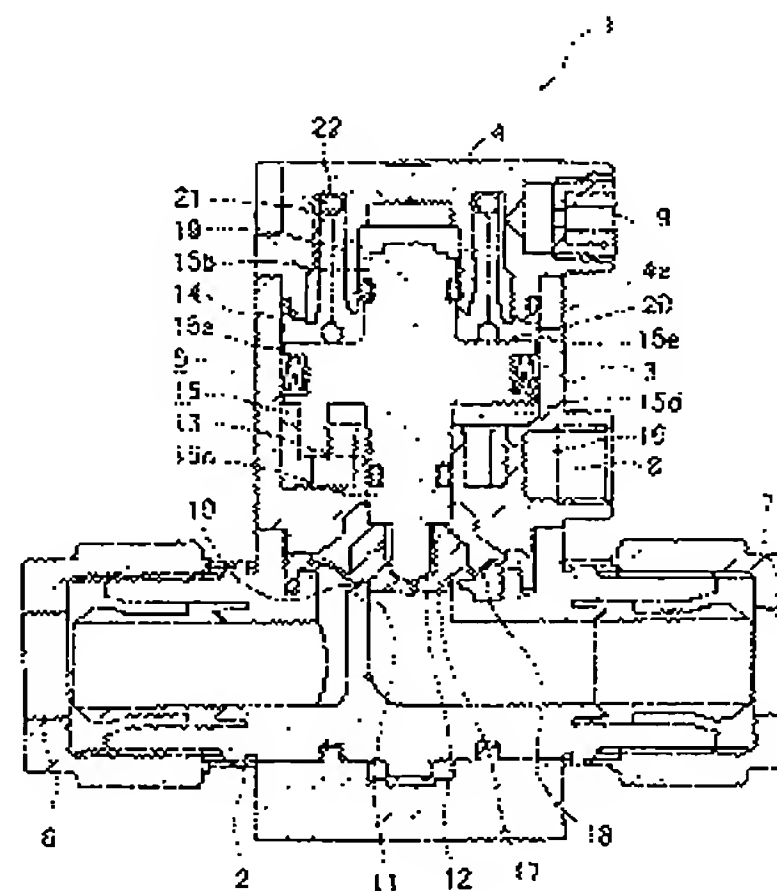
(54) 【発明の名称】 流量制御弁

## (57) 【要約】

【課題】 ダイアフラム弁体及び弁座を比較的簡単な構成としながらウォーターハンマの発生を防止すること。

【解決手段】 流量制御弁1は、入力ポート7と出力ポート6との間に設けられた弁座10及び弁孔11と、弁座10に対応して設けられたダイアフラム弁体12と、弁座10にダイアフラム弁体12を移動するためのピストン15等とを備え、ピストン15等によりダイアフラム弁体12と弁座10との間の最小流路面積を調節して、入力ポート7から出力ポート6へ流れる液体流量を制御する。この流量制御弁1は、弁座10とダイアフラム弁体12の特定形状により、ダイアフラム弁体12を弁座10に近付ける過程で、両者10、12の隙間を変化させて同弁体12の動き始めから最小流路面積を徐々に小さくするようにしている。

【選択図】 図1



(2)

JP 2004-316579 A 2004.11.11

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

入力ポート及び出力ポートを含むボディと、  
 前記ボディにて前記入力ポートと前記出力ポートとの間に設けられた弁座と、  
 前記弁座の中心に設けられて前記入力ポートに通じる弁孔と、  
 前記ボディにて前記弁座に対応して設けられたダイヤフラム弁体と、  
 前記弁座に対して前記ダイヤフラム弁体を移動するための弁体駆動手段と  
 を備え、前記弁体駆動手段により前記ダイヤフラム弁体と前記弁座との間の最小流路面積  
 を調節することにより、前記入力ポートから前記出力ポートへ流れる液体流量を制御する  
 流量制御弁において、  
 前記弁座の上端に形成された当接端と、  
 前記当接端の外側にて外方へ向かって傾斜するように前記弁座に形成された外周テーパ面  
 と、  
 前記外周テーパ面の外側にて前記弁座に形成された平坦面と、  
 前記当接端の内側にて内方へ向かって傾斜するように前記弁座に形成された内周テーパ面  
 と、  
 前記ダイヤフラム弁体の下面にて前記当接端と当接可能に形成された当接面と、  
 前記当接面の内側にて前記弁孔に貫入可能に前記ダイヤフラム弁体に形成され、前記内周  
 テーパ面に対向する外周面を含む凸部と  
 を備え、前記当接面を前記当接端に当接するために、前記弁体駆動手段により前記ダイヤ  
 フラム弁体を前記弁座に近付ける過程で、前記凸部を前記弁孔に貫入させて前記当接端と  
 前記当接面との隙間並びに前記外周面と前記内周テーパ面との隙間を変化させることによ  
 り、前記ダイヤフラム弁体の動き始めから前記最小流路面積を徐々に小さくすることを特  
 徴とする流量制御弁。

## 【請求項 2】

入力ポート及び出力ポートを含むボディと、  
 前記ボディにて前記入力ポートと前記出力ポートとの間に設けられた弁座と、  
 前記弁座の中心に設けられて前記入力ポートに通じる弁孔と、  
 前記ボディにて前記弁座に対応して設けられたダイヤフラム弁体と、  
 前記弁座に対して前記ダイヤフラム弁体を移動するための弁体駆動手段と  
 を備え、前記弁体駆動手段により前記ダイヤフラム弁体と前記弁座との間の最小流路面積  
 を調節することにより、前記入力ポートから前記出力ポートへ流れる液体流量を制御する  
 流量制御弁において、  
 前記弁体駆動手段は、  
 前記ダイヤフラム弁体を移動するために前記ボディにて所定のストロークだけ移動可能に  
 設けられた移動部材と、  
 前記移動部材を前記ストロークの範囲で段階的に駆動するために前記ボディに設けられた  
 段階駆動手段と  
 を備え、前記ダイヤフラム弁体を前記弁座に近付けて当接するために、前記段階駆動手段  
 により前記移動部材を段階的に駆動することにより、前記ダイヤフラム弁体の動き始めか  
 らその移動速度を段階的に低くすることを特徴とする流量制御弁。

## 【請求項 3】

前記弁体駆動手段は、  
 前記ダイヤフラム弁体を移動するために前記ボディにて所定のストロークだけ移動可能に  
 設けられた移動部材と、  
 前記移動部材を前記ストロークの範囲で段階的に駆動するために前記ボディに設けられた  
 段階駆動手段と  
 を備え、前記ダイヤフラム弁体を前記弁座に近付けて当接するために、前記段階駆動手段  
 により前記移動部材を段階的に駆動することにより、前記ダイヤフラム弁体の動き始めか  
 らその移動速度を段階的に低くすることを特徴とする請求項 1 に記載の流量制御弁。

## 【請求項4】

前記弁体駆動手段は、  
前記ボディに設けられたシリンダと、  
前記ダイヤフラム弁体を移動するために前記シリンダにて所定のストロークだけ往復動可能に設けられたピストンと、  
前記ダイヤフラム弁体を前記弁座から離間するべく前記ピストンを往動するために前記シリンダに作動流体を供給する作動流体供給通路と、  
前記ダイヤフラム弁体を前記弁座に当接するべく前記ピストンを復動するために前記シリンダから前記作動流体を排出する作動流体排出通路と、  
前記シリンダから前記作動流体を排出するときに前記作動流体の排出速度を低減するための絞り手段と  
を備え、前記当接面を前記当接端に当接するために、前記絞り手段により前記シリンダからの前記作動流体の排出速度を低減することにより、前記ダイヤフラム弁体の動き始めからその移動速度を相対的に低くすることを特徴とする請求項1に記載の流量制御弁。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

この発明は、液体の流量制御を行う流量制御弁に係り、詳しくは、閉弁時におけるウォーターハンマ（水撃作用）の発生を防止するようにした流量制御弁に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、例えば、半導体製造設備等では、ウェハの洗浄や腐食用に純水や薬液等の液体を各種機器に配送するようにしている。この種の薬液は、その使用状況に応じて流量を制御する必要があり、その配管には流量制御弁が設けられる。

## 【0003】

この種の流量制御弁における弁体と弁座につき比較的簡単な弁構造の一例を図18に断面図により示す。弁座100は、弁体101と当接する突端102と、突端102の外側に設けられた弁座100と反対側が拡径される外周面103と、外周面103の外側に設けられた平坦面104とを含む。弁体101の下面105は、平坦に形成される。弁体101は、弁体駆動手段（図示略）により上下に移動することにより、弁座100の突端102と弁体101の下面105との間隙を変化させる。

## 【0004】

このような弁構造を有する弁座100と弁体101を閉弁させたとき、配管内の液体の流速が急激に変化することにより異常圧力が発生し、振動と異音を伴うウォーターハンマ（水撃作用）と呼ばれる現象が起きることがある。図19に、この現象に係る圧力波形等をグラフに示す。ウォーターハンマの振動は、弁座100や弁体101、或いは配管内に衝撃を与え、その表面から異物を剥離させるおそれがある。この剥離した異物は、半導体製造上好ましくないパーティクルを液体中に混入させるおそれがある。また、ウォーターハンマの異音は、外部からは不快な音として捉えられ、その程度によっては、作業者に流量制御弁の故障ではないかという不安を与えることにもなる。

## 【0005】

そこで、このようなウォーターハンマ等を防止する技術が、下記の特許文献1乃至5に記載され、開示されている。

## 【0006】

特許文献1に記載のパイロット弁は、弁室を給役部と背圧部に区画し、排液部に設けられた弁座を開閉するダイヤフラムと、ダイヤフラムの背圧部側に固定されたダイヤフラム板とを備える。ダイヤフラムは、表裏を貫通する抽入孔を有する。ダイヤフラム板は、抽入孔とは異なる位置にて表裏を貫通する抽出孔を有する。ダイヤフラムとダイヤフラム板と



圧部と排液部とを連通させる貫通孔が設けられる。貫通孔の背圧部側の開口は、電磁コイルにより駆動されるプランジャの先端面により開閉される。また、このプランジャにより、ダイアフラム板及びダイアフラムが一体的に弁座へ向かって押圧される。上記構成によれば、弁座に対するダイアフラムの閉弁時に、抽入孔に入った液体のエネルギーが減勢流路の減勢手段により消費され、背圧部内の急激な圧力上昇が抑えられる。これにより、ダイアフラムの弁座に対する着座が遅れ、ウォーターハンマの抑止が可能となる。

【0007】

特許文献2に記載のパイロット式ダイアフラム弁は、特許文献1に記載のパイロット弁に近似した基本構成を備える。但し、このダイアフラム弁は、上記パイロット弁における抽入孔、抽出孔、減衰通路及び減衰手段が省略され、その代わりに、ダイアフラム板及びダイアフラムを貫通して給液部と背圧室（背圧部）との間を連通させる給液側通路が設けられる。また、この給液側通路の開口部を遮蔽する遮蔽部材が設けられる。そして、遮蔽部材と開口部との間に形成される間隙が、ダイアフラム弁が完全閉弁止の状態になるまでの間、徐々に小さくなるように構成される。上記構成によれば、閉弁時に背圧室に流入する液体の量が遮蔽部材により徐々に制限され、ウォーターハンマの発生が防止される。

【0008】

特許文献3に記載のパイロット弁は、特許文献2に記載のダイアフラム弁に近似した基本構成を備える。但し、このパイロット弁には、上記ダイアフラム弁における遮蔽部材が省略され、その代わりに、背圧室に増量調節手段が設けられる。この増量調節手段は、連通孔（供給側通路）から背圧室に流入する水による背圧室内における水量増加の度合いを緩やかにするために、背圧室内の水を連通孔からの流入量よりも少ない量ずつ排出するように構成される。これにより、連通孔から背圧室への水の流入量に対し、主弁体の主弁座に向けての移動速度を緩やかにしている。上記構成によれば、水の流通量がゆっくりと減少して遮断され、ウォーターハンマが低減される。

【0009】

特許文献4に記載の電磁弁は、特許文献1乃至3に記載の各弁とは異なり、ダイアフラムを持たない弁構造が記載される。即ち、この電磁弁は、中心にパイロット通路を有し、弁座を開閉する主弁と、主弁を弁座から引き離す開方向へ付勢する主弁バネと、ソレノイドのコイルへの通電時に吸引子に直接吸引されるプランジャと、プランジャとは別体に形成されたホルダと、ホルダに挿通されてプランジャに連結される弁部と、弁部に設けられて主弁のパイロット通路を開閉するニードル弁と、ニードル弁をパイロット通路の開方向へ付勢するニードル弁バネとを備える。そして、ソレノイドのコイルへの通電によりプランジャに働く吸引力よりニードル弁バネの弾発力の方が上回るとき、ニードル弁と主弁のうちどちらかだけが、対応するパイロット通路と弁座のうちどちらかを半開し、他方を全閉にするようにしている。上記構成によれば、電磁弁の一次側と二次側との圧力差が一気に変動するのではなく、徐々に変動することとなり、弁座の開閉に伴う通過流体の急激な流量変化が抑えられ、ウォーターハンマの発生が抑制される。

【0010】

特許文献5に記載の流量制御弁は、特許文献1乃至4に記載の各弁とは異なり、弁体が弁座から離れる開弁時にキャビテーション発生等の現象を防止する弁構造が記載される。即ち、この流量制御弁は、弁座と弁体を特殊な形状とすることに特徴がある。具体的には、弁座の上端に、弁体と当接可能な当接端が形成される。弁座の当接端外側には、反弁体側が拡張される外周テーパ面が形成される。弁座の外周テーパ面の外側には、第1平坦面が形成される。弁体の下面には、当接端と当接可能な当接面が形成される。弁体の当接面の外側には、弁座側が拡張される内周テーパ面が形成される。弁体の内周テーパ面の外側には、第2平坦面が形成される。そして、弁体駆動手段により弁体を移動させて、弁座の当接端を弁体の当接面に近接させたときに、それらの隙間から流出した流体の流れの全部が、内周テーパ面に当たって折り曲げられ、流れの流速が抑制される。上記構成によれば、

【 0 0 1 1 】

【特許文獻 1】

特開平5-187575号公報(第2~4頁, 図1~8)

【特許文獻 2】

特開平7-119863号公報(第2~4頁, 図1~8)

【特許文獻 3】

特開平7-198059号公報(第2~5頁, 図1~6)

【特許文獻 4】

特開平11-2356号公報(第2~28頁, 図1~27)

【特許文獻5】

特許第2653974号(第1~6頁, 図1~4)

【 0 0 1 2 】

### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、特許文献1に記載のパイロット弁では、ダイヤフラムやダイヤフラム板に抽入孔、抽出孔、減衰通路及び減衰手段を設けたり、ダイヤフラム板に貫通孔を設けたりしているので、弁体であるダイヤフラム及びダイヤフラム板の構成が複雑になるという問題があった。また、上記各孔により給液部と背圧部との間が連通することから、各孔を流れる液体流量の分だけ、ダイヤフラムと弁座との間を流れる液体流量に誤差が生じるおそれがあり、微量流量の制御が難しくなるという問題があった。

0013

また、特許文献 2 に記載のダイアフラム弁では、ダイアフラム及びダイアフラム板に給液側通路や排液側通路が設けられることから、上記の特許文献 1 に記載のパイロット弁と同様、弁体であるダイアフラム及びダイアフラム板の構成が複雑となり、微量流量の制御が難しくなるという問題があった。

【 0 0 1 4 】

また、特許文献3に記載のパイロット弁では、ダイヤフラム及びダイヤフラム板に連通孔や透孔が設けられることから、上記の特許文献1及び2に記載のパイロット弁及びダイヤフラム弁と同様、弁体であるダイヤフラム及びダイヤフラム板の構成が複雑となり、微量流量の制御が難しくなるという問題があった。加えて、背圧室側に設けられる増量調節手段により弁体の構成がより複雑なものとなっていた。

【 0 0 1 5 】

更に、特許文献 4 に記載の電磁弁は、ダイヤフラム式の弁構造ではないことから、主弁に対して主弁バネを設けなければならず、やはり主弁を含む弁体の構成が複雑になるという問題があった。

【 0 0 1 6 】

一方、特許文献5に記載の流量制御弁では、ダイヤフラム式の弁構造として、ダイヤフラムに貫通孔等が設けられていないことから、ダイヤフラム弁体の構成が簡単となり、微量流量の制御に適したものとなる。しかし、この弁構造では、キャビテーション発生等の現象防止を目的としたものであることから、ウォーターハンマの防止に有効ではなかった。

【0017】

この発明は上記事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、ダイヤフラム弁体及び弁座を比較的簡単な構成としながらウォーターハンマの発生を防止することを可能とした流量制御弁を提供することにある。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、入力ポート及び出力ポートを含むボディと、ボディにて入力ポートと出力ポートとの間に設けられた弁座と、弁座の中心に設けられて入力ポートに通じる弁孔と、ボディにて弁座に対応して設けられたダイヤフラ

記入力ポートから出力ポートへ流れる液体流量を制御する流量制御弁において、弁座の上端に形成された当接端と、当接端の外側にて外方へ向かって傾斜するように弁座に形成された外周テーパ面と、外周テーパ面の外側にて弁座に形成された平坦面と、当接端の内側にて内方へ向かって傾斜するように弁座に形成された内周テーパ面と、ダイヤフラム弁体の下面にて当接端と当接可能に形成された当接面と、当接面の内側にて弁孔に貫入可能にダイヤフラム弁体に形成され、内周テーパ面に対向する外周面を含む凸部とを備え、当接面を当接端に当接するために、弁体駆動手段によりダイヤフラム弁体を弁座に近付ける過程で、凸部を弁孔に貫入させて当接端と当接面との隙間並びに外周面と内周テーパ面との隙間を変化させることにより、ダイヤフラム弁体の動き始めから最小流路面積を徐々に小さくすることを趣旨とする。

10

## 【0019】

上記発明の構成によれば、弁体駆動手段によりダイヤフラム弁体を弁座に対して離間又は近接させることにより、ダイヤフラム弁体と弁座との間の最小流路面積が調節され、入力ポートから出力ポートへ流れる液体流量が制御される。ここで、当接面を当接端に当接するために、弁体駆動手段によりダイヤフラム弁体が弁座に近付けられる過程では、ダイヤフラム弁体の凸部が弁孔に徐々に貫入される。このとき、ダイヤフラム弁体の当接面と弁座の当接端との隙間、並びにダイヤフラム弁体の凸部の外周面と弁座の内周テーパ面との隙間は、ダイヤフラム弁体の移動に伴って徐々に小さくなり、ダイヤフラム弁体と弁座との間の最小流路面積が徐々に小さくなる。従って、ダイヤフラム弁体と弁座との間を流れる液体の慣性力が徐々に弱められ、液体の高圧化が抑えられる。

20

## 【0020】

上記目的を達成するために、請求項2に記載の発明は、入力ポート及び出力ポートを含むボディと、ボディにて入力ポートと出力ポートとの間に設けられた弁座と、弁座の中心に設けられて入力ポートに通じる弁孔と、ボディにて弁座に対応して設けられたダイヤフラム弁体と、弁座に対してダイヤフラム弁体を移動するための弁体駆動手段とを備え、弁体駆動手段によりダイヤフラム弁体と弁座との間の最小流路面積を調節することにより、入力ポートから出力ポートへ流れる液体流量を制御する流量制御弁において、弁体駆動手段は、ダイヤフラム弁体を移動するためにボディにて所定のストロークだけ移動可能に設けられた移動部材と、移動部材をストロークの範囲で段階的に駆動するためにボディに設けられた段階駆動手段とを備え、ダイヤフラム弁体を弁座に近付けて当接するために、段階

30

## 【0021】

上記発明の構成によれば、段階駆動手段により移動部材を駆動して、ダイヤフラム弁体を弁座に対して離間又は近接させることにより、ダイヤフラム弁体と弁座との間の最小流路面積が調節され、入力ポートから出力ポートへ流れる液体流量が制御される。ここで、ダイヤフラム弁体を弁座に近付けて当接するとき、段階駆動手段により移動部材を段階的に駆動することにより、ダイヤフラム弁体の動き始めからその移動速度が段階的に低くなる。従って、ダイヤフラム弁体と弁座との間を流れる液体の慣性力が段階的に弱められ、液体の高圧化が抑えられる。

40

## 【0022】

上記目的を達成するために、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、弁体駆動手段は、ダイヤフラム弁体を移動するためにボディにて所定のストロークだけ移動可能に設けられた移動部材と、移動部材をストロークの範囲で段階的に駆動するためにボディに設けられた段階駆動手段とを備え、ダイヤフラム弁体を弁座に近付けて当接するために、段階駆動手段により移動部材を段階的に駆動することにより、ダイヤフラム弁体の動き始めからその移動速度を段階的に低くすることを趣旨とする。

## 【0023】

v1



動部材を段階的に駆動することにより、ダイヤフラム弁体の動き始めからその移動速度が段階的に低くなる。従って、ダイヤフラム弁体と弁座との間の最小流路面積が徐々に小さくなることと相まって、ダイヤフラム弁体と弁座との間を流れる液体の慣性力が段階的に弱められ、液体の高圧化が抑えられる。

#### 【0024】

上記目的を達成するために、請求項4に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、弁体駆動手段は、ボディに設けられたシリンダと、ダイヤフラム弁体を移動するためにシリンダにて所定のストロークだけ往復動可能に設けられたピストンと、ダイヤフラム弁体を弁座から離間するべくピストンを往動するためにシリンダに作動流体を供給する作動流体供給通路と、ダイヤフラム弁体を弁座に当接するべくピストンを復動するためにシリンダから作動流体を排出する作動流体排出通路と、シリンダから作動流体を排出するときに作動流体の排出速度を低減するための絞り手段とを備え、当接面を当接端に当接するために、絞り手段によりシリンダからの作動流体の排出速度を低減することにより、ダイヤフラム弁体の動き始めからその移動速度を相対的に低くすることを趣旨とする。

#### 【0025】

上記発明の構成によれば、請求項1に記載の発明の作用に加え、シリンダ、ピストン、作動流体供給通路、作動流体排出通路及び絞り手段を協働させることにより、ダイヤフラム弁体が弁座に対して離間又は近接し、ダイヤフラム弁体と弁座との間の最小流路面積が調節され、入力ポートから出力ポートへ流れる液体流量が制御される。ここで、当接面を当接端に当接するために、絞り手段によりシリンダからの作動流体の排出速度を低減することにより、ダイヤフラム弁体の動き始めからその移動速度が相対的に低くなる。従って、ダイヤフラム弁体と弁座との間の最小流路面積が徐々に小さくなることと相まって、ダイヤフラム弁体と弁座との間を流れる液体の慣性力が徐々に弱められ、液体の高圧化が抑えられる。

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

##### 【第1の実施の形態】

以下、本発明の流量制御弁を具体化した第1の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0027】

図1に、この実施の形態の流量制御弁1を断面図に示す。流量制御弁1は、ロウボディ2、ミドルボディ3及びアッパボディ4を組み付けてなるボディ5を備える。ロウボディ2は、左右に出力ポート6と入力ポート7を含む。ロウボディ2の上側に組み付けられたミドルボディ3は、第1操作ポート8を含む。ミドルボディ3の上側に組み付けられたアッパボディ4は、第2操作ポート9を含む。

#### 【0028】

ロウボディ2は、出力ポート6及び入力ポート7の他に、出力ポート6と入力ポート7との間の中央に円環形状に形成された弁座10を含む。弁座10は、その中心に弁孔11を含む。弁孔11は入力ポート7に通じる。弁座10の外部は出力ポート6に通じる。弁座10に対応して、ダイヤフラム弁体12が設けられる。ダイヤフラム弁体12が弁座10に当接することにより、入力ポート7と出力ポート6との間が遮断される。ダイヤフラム弁体12が弁座10から離間することにより、入力ポート7と出力ポート6との間が連通する。

#### 【0029】

概略円筒形状をなすミドルボディ3は、ロウボディ2の中央上側に組み付けられる。ミドルボディ3は、第1操作ポート8の他に、内部に小径シリンダ13と大径シリンダ14を含む。ミドルボディ3の内部には、略円柱形状をなすピストン15が上下方向へ摺動可能に嵌合される。ピストン15は、中央の大径部15aと、大径部15aの上下に位置する

る。大径部15aの下面15dと、大径シリンダ14の内壁とで区画された空間により第1操作室16が形成される。第1操作室16には、第1操作ポート8を通じて空気圧が印加又は開放されるようになっている。第1操作室16に空気圧が印加されることにより、ピストン15が上方へ押圧される。

#### 【0030】

ピストン15の下小径部15cの下端部には、前述したダイヤフラム弁体12が取り付けられる。ダイヤフラム弁体12は、中央に配置されたボス部17と、ボス部17の周囲に配置された膜部18とを含む。膜部18の周縁部はロウボディ2とミドルボディ3とにより挟持される。ダイヤフラム弁体12は、ピストン15が上方へ移動して上方へ変位することにより、弁座10から離間する。その反対に、ダイヤフラム弁体12は、ピストン15が下方へ移動して下方へ変位することにより、弁座10に当接する。

#### 【0031】

概略円筒形状をなすアッパボディ4は、ミドルボディ3の上側に組み付けられる。アッパボディ4は、第2操作ポート9の他に、その中央に小径シリンダ19を含む。ピストン15の上小径部15bは、この小径シリンダ19に気密に嵌合される。ピストン15の大径部15aの上面15eと、大径シリンダ14の内壁と、アッパボディ4の内壁とで区画された空間により第2操作室20が形成される。第2操作室20には、第2操作ポート9を通じて空気圧が印加又は開放されるようになっている。第2操作室20に空気圧が印加されることにより、ピストン15が下方へ押圧される。アッパボディ4はバネ溝21を含む。ピストン15の上面15eとバネ溝21との間には、復帰バネ22が介在される。復帰バネ22は、ピストン15を下方へ付勢する。

#### 【0032】

上記した第1及び第2の操作ポート8、9、小径シリンダ13、大径シリンダ14及びピストン15等により、弁座10に対してダイヤフラム弁体12を移動するための本発明の弁体駆動手段が構成される。この流量制御弁1は、ピストン15を移動してダイヤフラム弁体12と弁座10との間の最小流路面積を調節することにより、入力ポート7から出力ポート6へ流れる液体流量を制御するようになっている。

#### 【0033】

図2及び図3に、弁座10とダイヤフラム弁体12を拡大断面図に示す。図2は、弁座10からダイヤフラム弁体12が離れた開弁状態を示す。図3は、弁座10にダイヤフラム弁体12が当接した閉弁状態を示す。図4に、図2を更に拡大して示す。図4に示すように、円環形状をなす弁座10の上端には、平坦をなす当接端10aが形成される。当接端10aの外側には、外方へ向かって傾斜するように外周テーパ面10bが形成される。外周テーパ面10bの外側には、平坦をなす平坦面10cが形成される。当接端10aの内側には、内方へ向かって所定角度 $\theta_1$ だけ傾斜するように内周テーパ面10dが形成される。内周テーパ面10dの下側には、垂直面10eが形成される。内周テーパ面10dは、弁孔11の開口11aに位置する。この実施の形態で、所定角度 $\theta_1$ は「 $30^\circ$ 」となっている。内周テーパ面10dの最外縁における開口11aの内径D1は、この実施の形態では「10.2mm」となっている。内周テーパ面10dの最内縁における開口11aの内径D2は、この実施の形態では「10.8mm」となっている。

#### 【0034】

ダイヤフラム弁体12のボス部17の上側には、ピストン15の下端部に連結される凹部17aが形成される。ダイヤフラム弁体12のボス部17の下面には、弁座10の当接端10aと当接可能をなす平坦な当接面17bが形成される。当接面17bの内側には、弁孔11に貫入可能をなす凸部17cが形成される。凸部17cは、内周テーパ面10d及び垂直面10eに対向する外周面17dを含む。凸部17cの下端周縁は、面取りされた所定角度 $\theta_2$ をなすテーパ面17eとなっている。凸部17cの下面中央は、円錐形に突出している。この実施の形態で、所定角度 $\theta_2$ は「 $45^\circ$ 」となっている。この実施の形

面17eの最内縁における凸部17cの外径D4は、この実施の形態では「9.4mm」となっている。図4において、「L1」は、ダイヤフラム弁体12の弁座10に対するストロークである最大リフト量を意味する。この実施の形態で、最大リフト量L1は「3.5mm」となっている。

#### 【0035】

この実施の形態で、図2に示す開弁状態から図3に示す閉弁状態までの間で、ダイヤフラム弁体12と弁座10との間の最小流路面積が変化する。図5に、ダイヤフラム弁体12のリフト量変化に対する最小流路面積変化をグラフに示す。この実施の形態では、図5に実線で示すように、開弁状態から閉弁状態に近づくに連れて最小流路面積が徐々に小さくなるのが分かる。これに対し、従来例の弁座100及び弁体101（図18参照）では、図5に破線で示すように、開弁状態からリフト量が途中の所定値L2に達するまで最小流路面積は全く変化せず、その所定値L2を過ぎると閉弁状態へ向かって急激に減少することが分かる。

#### 【0036】

上記のように構成した流量制御弁1は、第1操作ポート8又は第2操作ポート9に、空気圧を印加することにより操作される。この空気圧の供給手段として、例えば、圧縮空気ポンプや空気圧ポンプ等が使用される。

#### 【0037】

第1及び第2の操作ポート8、9のいずれにも空気圧を印加しない場合、ピストン15は、復帰バネ22の付勢力のみを受ける。これにより、ピストン15は、図3に示すように、その下端のダイヤフラム弁体12が弁座10に当接する閉弁状態まで下方へ移動する。この状態では、弁座10の弁孔11にダイヤフラム弁体12の凸部17が貫入し、弁座10の当接端10aとダイヤフラム弁体12の当接面17bとが互いに接触する。これにより、入力ポート7と出力ポート6との連通が遮断される。

#### 【0038】

第1操作ポート8に空気圧を印加すると、流量制御弁1の第1操作室16が高圧となる。これにより、ピストン15は、復帰バネ22の付勢力に抗して上方へ移動し、上面15eがアッパボディ4の下端4aに当接して停止する。このピストン15の移動に伴い、図2に示すように、ダイヤフラム弁体12が上方へ変位し、弁座10の当接端10aとダイヤフラム弁体12の当接面17bとの間に隙間が形成される。これにより、入力ポート7と出力ポート6とが連通する。

#### 【0039】

第1操作ポート8への空気圧の供給を停止し、第1操作室16の圧力を開放すると、流量制御弁1は復帰バネ22の付勢力により閉弁状態に戻る。このとき、第2操作ポート9に空気圧を印加すると、第2操作室20が高圧となる。この圧力が復帰バネ22の付勢力を助勢してピストン15を下方へ押圧することになり、閉弁状態が確保される。

#### 【0040】

このように、ピストン15等によりダイヤフラム弁体12を弁座10に対して離間又は近接させることにより、ダイヤフラム弁体12と弁座10との間の最小流路面積が調節され、入力ポート7から出力ポート6へ流れる液体流量が制御される。

#### 【0041】

ここで、弁座10及びダイヤフラム弁体12は、上記したように互いに嵌合・接触し合う特殊な形状をなしており、その形状により特有の効果を奏することになる。即ち、弁座10及びダイヤフラム弁体12が開弁状態から閉弁状態に切り替わるときには、図5に実線で示すように、両者10、12の間の最小流路面積は、開弁状態から徐々に小さくなり、閉弁状態に至る。つまり、ダイヤフラム弁体12の当接面17bを弁座10の当接端10aに当接するために、ピストン15等によりダイヤフラム弁体12が弁座10に近付けられる過程では、ダイヤフラム弁体12の凸部17が弁孔11に徐々に貫入される。このと

は、ダイヤフラム弁体12の移動に伴って徐々に小さくなり、ダイヤフラム弁体12と弁座10との間の最小流路面積が徐々に小さくなる。

#### 【0042】

従って、ダイヤフラム弁体12と弁座10との間を流れる液体の慣性力が徐々に弱められ、液体の高圧化が抑えられる。このため、ダイヤフラム弁体12及び弁座10を、上記したように比較的簡単な構成としながらウォーターハンマ（水撃現象）の発生を防止することができる。この結果、弁座10とダイヤフラム弁体12との間に急激な圧力変動がないことから、弁座10及びダイヤフラム弁体12の液体が接触する面における異常摩耗や異物剥離等の発生を防止することができる。このため、流量制御弁1は、例えば、半導体製造設備において、純水や薬液配送等、流量制御を多用する用途に優れたものとなる。

10

#### 【0043】

図6に、ダイヤフラム弁体12の閉弁時における入力ポート7の圧力（入力側圧力）と出力ポート6の圧力（出力側圧力）の変化について予測結果をタイムチャートに示す。このチャートからも分かるように、ダイヤフラム弁体12の閉弁始めから閉弁終わりまでの間で、入力側圧力及び出力側圧力とも、閉弁終わり時の所定値へ向けて徐々に揺るやかに増大又は減少することになる。この結果、図19に示す従来例のタイムチャートとは異なり、閉弁終了直後に大きな圧力振動が発生することはない。

#### 【0044】

#### 【第2の実施の形態】

次に、本発明の流量制御弁を具体化した第2の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

20

#### 【0045】

尚、この実施の形態を含む以下の各実施の形態において、第1の実施の形態と同等の構成要素については、第1の実施の形態と同一の符号を付して説明を省略し、以下には異なった点を中心に説明する。

#### 【0046】

図7～9に、この実施の形態の流量制御弁31の構成と作用を断面図に示す。この実施の形態では、ダイヤフラム弁体32及び弁座10として、図18に示す従来例のそれと同じ構成のものが使用される。この実施の形態では、ダイヤフラム弁体32を駆動するための弁体駆動手段が二段ピストン構造より構成される点で、第1の実施の形態と構成が異なる。

30

#### 【0047】

即ち、図7～9に示すように、ミドルボディ3には、作動流体を供給及び排出するための一つの操作ポート33が形成される。ミドルボディ3には、第1シリンダ34が形成される。第1シリンダ34には、略円筒形状をなす第1ピストン35が上下方向へ摺動可能に気密に嵌合される。第1ピストン35には、第2シリンダ36と、底壁を貫通する貫通孔37が形成される。第2シリンダ36には、第2ピストン38が上下方向へ摺動可能に設けられる。第2ピストン38は、上側の大径部38aと、その下側の小径部38bとを含む。大径部38aは、第2シリンダ36にて気密に嵌合される。大径部38aの上面38cと、アッパボディ4のバネ溝21との間には、復帰バネ22が介在される。復帰バネ22は、第2ピストン38を下方へ付勢する。小径部38bは、貫通孔37にて気密に嵌合される。小径部38bの下端部に、ダイヤフラム弁体32が取り付けられる。

40

#### 【0048】

第1ピストン35の下面35aと第1シリンダ34の内壁とで区画された空間には、第1操作室39が形成される。第1操作室39には、操作ポート33を通じて空気圧が印加又は開放されるようになっている。第1操作室39に空気圧が印加されることにより、第1ピストン35が上方へ押圧される。第2ピストン38の大径部38aの下面38dと第2シリンダ36の内壁とで区画された空間には、第2操作室40が形成される。第1ピスト

41







ンマの発生を防止することができる。この結果、弁座10とダイヤフラム弁体32との間に急激な圧力変動がないことから、弁座10及びダイヤフラム弁体32の液体が接触する面における異常摩耗や異物剥離等の発生を防止することができる。このため、流量制御弁31は、例えば、半導体製造設備において、純水や薬液配送等、流量制御を多用する用途に優れたものとなる。

【0055】

〔第3の実施の形態〕

次に、本発明の流量制御弁を具体化した第3の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0056】

図10～12に、この実施の形態の流量制御弁51の構成と作用を断面図に示す。この実施の形態では、ダイヤフラム弁体32を駆動するための弁体駆動手段である二段ピストン構造の構成の点で、第2の実施の形態と構成が異なる。

【0057】

即ち、図10～12に示すように、この実施の形態では、第2の実施の形態の流量制御弁31において第1操作室39と第2操作室40との間に設けられた通気孔41が除かれ、それに代わって、第2ピストン38とアップボディ4の構成が変えられる。この実施の形態で、第2ピストン38は、大径部38aの上側に、上小径部38eを更に含む。アップボディ4は、その中央に形成される小径シリンダ19の他に、小径シリンダ19に連通する別の操作ポート52を含む。上小径部38eは、この小径シリンダ19に気密に嵌合される。上小径部38eの上面38fと小径シリンダ19の内壁とで区画される空間には、第3操作室53が形成される。別の操作ポート52には、作動流体が供給及び排出される。そして、第2ピストン38には、第3操作室53と第2操作室40との間を通気させる通気孔54が形成される。上小径部38eの上面38fの面積S1は、大径部38aの下面38dの面積S2よりも小さくなっている。第3操作室53には、別の操作ポート52を通じて空気圧が印加又は開放されるようになっている。第3操作室53に空気圧が印加又は開放されることにより、通気孔54を通じて第2操作室40にも、空気圧が印加又は開放されるようになっている。第3操作室53及び第2操作室40に空気圧が印加されることにより、上記の面積S1と面積S2との受ける空気圧の差により、第2ピストン38が上方へ押圧される。

【0058】

この実施の形態では、第2ピストン38が、ダイヤフラム弁体32を移動するためにミドルボディ3にて所定のストロークだけ移動可能に設けられた本発明の移動部材に相当する。また、この実施の形態では、操作ポート33、第1シリンダ34、第1ピストン35、第2シリンダ36、第1操作室39、第2操作室40、別の操作ポート52、第3操作室53及び通気孔54により、移動部材である第2ピストン38を上記ストロークの範囲で段階的に駆動するためにミドルボディ3に設けられた段階駆動手段が構成される。そして、これら操作ポート33、第1シリンダ34、第1ピストン35、第2シリンダ36、通気孔37、第2ピストン38、第1操作室39、第2操作室40、別の操作ポート52、第3操作室53及び通気孔54により、弁体駆動手段としての二段ピストン構造が構成される。

【0059】

上記二段ピストン構造は、次のように作用する。即ち、図10には、流量制御弁51のダイヤフラム弁体32が弁座10に当接した閉弁状態を示す。この状態で、第1ピストン35の上端35bとアップボディ4の下面4bとの間に、第1ストロークST1の分の隙間が存在する。

【0060】

この閉弁状態から、操作ポート33を通じて第1操作室39に空気圧を印加することによ

10

20

30

40

4

て、ダイヤフラム弁体32は、第1ストロークST1の分だけ、弁座10から離間して開弁している。

【0061】

図11に示す開弁状態で、第2ピストン38の大径部38aの上面38cとアッパボディ4の下端4aとの間に、第2ストロークST2の分の隙間が存在する。この状態から、別の操作ポート52、第3操作室53及び通気孔54を通じて第2操作室40に空気圧を印加することにより、復帰バネ22の付勢力に抗して第2ピストン38が、第2ストロークST2の分だけ上方へ移動し、図12に示す全開状態となる。図12において、ダイヤフラム弁体32は、第1ストロークST1及び第2ストロークST2の分だけ弁座10から離間して開弁している。

【0062】

一方、図12に示す全開状態から、別の操作ポート52への空気圧の供給を停止し、第3操作室53及び第2操作室40の圧力を開放する。これにより、先ず、第2ピストン38が復帰バネ22の付勢力により第2ストロークST2の分だけ下方へ移動し、流量制御弁51が図11に示す開弁状態に戻る。引き続き、操作ポート33への空気圧の供給を停止し、第1操作室39を開放することにより、第1ピストン35及び第2ピストン38が一体的に、復帰バネ22の付勢力により第1ストロークST1の分だけ下方へ移動し、流量制御弁51が図10に示す閉弁状態に戻る。このように、流量制御弁51の開弁時には、ダイヤフラム弁体32を弁座10に近付けて当接するために、上記の二段ピストン構造により第2ピストン38を段階的に下方へ移動することにより、ダイヤフラム弁体32の動き始めからその移動速度を二段階に段階的に低くしている。

【0063】

以上説明したこの実施の形態の流量制御弁51によっても、第2の実施の形態と同様、二段ピストン構造により第2ピストン38を駆動して、ダイヤフラム弁体32を弁座10に対して離間又は近接させることにより、ダイヤフラム弁体32と弁座10との間の最小流路面積が調節され、入力ポート7から出力ポート6へ流れる液体流量が制御される。そして、ダイヤフラム弁体32を弁座10に近付けて当接するとき、二段ピストン構造により第2ピストン38を二段階に駆動することにより、ダイヤフラム弁体32の動き始めからその移動速度が二段階に段階的に低くなる。従って、この実施の形態の流量制御弁51によっても、第2の実施の形態と同等の作用効果を得ることができる。

【0064】

【第4の実施の形態】

次に、本発明の流量制御弁を具体化した第4の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0065】

図13～15に、この実施の形態の流量制御弁61の構成と作用を断面図に示す。この実施の形態では、ダイヤフラム弁体32を駆動するための弁体駆動手段である二段ピストン構造の構成の点で、第2及び第3の実施の形態と構成が異なる。

【0066】

即ち、図13～15に示すように、ミドルボディ3には、作動流体を供給及び排出するための第1操作ポート62及び第2操作ポート63が形成される。また、ミドルボディ3の内部には、その上側にシリンダ64が、下側に空洞部65が形成される。シリンダ64と空洞部65との間の隔壁の中央には、孔66が形成される。シリンダ64には、一対をなす略円盤形状の第1ピストン67及び第2ピストン68が上下方向へ摺動可能に気密に嵌合される。第1及び第2のピストン67、68の中心には、それぞれ孔67a、68aが形成される。これら孔67a、68aに対して、1本の作動ピン69が、上下方向へ摺動可能に気密に嵌合される。作動ピン69の下部は、ミドルボディ3の孔66を貫通して下方へ伸びる。作動ピン69の下端部には、ダイヤフラム弁体32が取り付けられる。作動

へ付勢することにより、ダイヤフラム弁体32を弁座10へ向けて押圧する。作動ピン69の上部には、第1止め輪71及び第2止め輪72が固定される。第1止め輪71は、第1ピストン67と第2ピストン68との間に配置される。第2止め輪72は、上側の第2ピストン68より上側に配置される。

【0067】

第1ピストン67の下面67bとシリンダ64の内壁とで区画される空間には、第1操作室73が形成される。第1操作室73には、第1操作ポート61を通じて空気圧が印加又は開放されるようになっている。第1操作室73に空気圧が印加されることにより、第1ピストン67が上方へ押圧される。第1ピストン67の上面67cと、第2ピストン68の下面68bと、シリンダ64の内壁とで区画される空間には、第2操作室74が形成される。第2操作室74には、第2操作ポート62を通じて空気圧が印加又は開放されるようになっている。第2操作室74に空気圧が印加されることにより、第1ピストン67が下方へ押圧されると共に、第2ピストン68が上方へ押圧される。

【0068】

この実施の形態では、作動ピン69が、ダイヤフラム弁体32を移動するためにミドルボディ3にて所定のストロークだけ移動可能に設けられた本発明の移動部材に相当する。また、この実施の形態では、第1及び第2の操作ポート62、63、シリンダ64、第1及び第2のピストン67、68、第1及び第2の操作室73、74等により、移動部材である作動ピン69を上記ストロークの範囲で段階的に駆動するためにミドルボディ3に設けられた段階駆動手段が構成される。そして、これら第1及び第2の操作ポート62、63、シリンダ64、第1及び第2のピストン67、68、作動ピン69、第1及び第2の止め輪71、72、第1及び第2の操作室73、74等により、弁体駆動手段としての二段ピストン構造が構成される。

【0069】

上記二段ピストン構造は、次のように作用する。即ち、図13には、流量制御弁61のダイヤフラム弁体32が弁座10に当接した閉弁状態を示す。この状態で、第2ピストン68の上面68cとアッパボディ4の下端4aとの間に、第1ストロークST1の分の隙間が存在する。この第1ストロークST1は、図13の状態から第2ピストン68と共に作動ピン69が上方へ移動できる間隔を意味する。また、図13に示す状態で、第1ピストン67の上端67dと第2ピストン68の下端68dとの間に、第2ストロークST2の分の隙間が存在する。この第2ストロークST2は、図13の状態から第1ピストン67と共に作動ピン69が上方へ移動できる間隔を意味する。

【0070】

図13に示す閉弁状態から、第2操作ポート62を通じて第2操作室74に空気圧を印加することにより、第1ピストン67が下方へ押圧されると共に、復帰バネ70の付勢力に抗して第2ピストン68が作動ピン69と一体的に第1ストロークST1の分だけ上方へ移動し、図14に示す開弁状態となる。図14において、ダイヤフラム弁体32は、第1ストロークST1の分だけ、弁座10から離間して開弁している。

【0071】

図14に示す開弁状態から、第1操作ポート62を通じて第1操作室73に空気圧を印加すると共に、第2操作ポート63を通じて第2操作室74から空気圧を開放することにより、第1ピストン67は、第1止め輪71に当接するまで上方へ移動する。第1止め輪71に当接した後、第1ピストン67は、作動ピン69と共に復帰バネ70の付勢力に抗して第2ストロークST2の分だけ上方へ移動し、図15に示す全開状態となる。

【0072】

一方、図15に示す全開状態から、第1操作ポート62への空気圧の供給を停止し、第1操作室73の圧力を開放する。これにより、作動ピン69は、復帰バネ70の付勢力により、第1ピストン67と共に下方へ移動する。そして、第2止め輪72が第2ピストン6

、流量制御弁61の開弁時には、ダイヤフラム弁体32を弁座10に近付けて当接するために、上記の二段ピストン構造により第1ピストン67、第2ピストン68及び作動ピン69を段階的に下方へ移動することにより、ダイヤフラム弁体32の動き始めからその移動速度を二段階に段階的に低くしている。

#### 【0073】

以上説明したこの実施の形態の流量制御弁61によれば、二段ピストン構造により第1ピストン67、第2ピストン68及び作動ピン69を駆動して、ダイヤフラム弁体32を弁座10に対して離間又は近接させることにより、ダイヤフラム弁体32と弁座10との間の最小流路面積が調節され、入力ポート7から出力ポート6へ流れる液体流量が制御される。ここで、ダイヤフラム弁体32を弁座10に近付けて当接するとき、二段ピストン構造により第1ピストン67、第2ピストン68及び作動ピン69を二段階に駆動することにより、ダイヤフラム弁体32の動き始めからその移動速度が二段階に段階的に低くなる。従って、この実施の形態の流量制御弁61によっても、第2及び第3の実施の形態と同等の作用効果を得ることができる。

#### 【0074】

##### 【第5の実施の形態】

次に、本発明の流量制御弁を具体化した第5の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0075】

図16に、この実施の形態の流量制御弁1を含む構成を断面図に示す。この実施の形態では、第1の実施の形態の流量制御弁1にスピードコントローラ81等を付属した点で、第1の実施の形態と構成が異なる。

#### 【0076】

即ち、図16に示すように、第1操作ポート8に対して空気圧を印加又は開放するための配管82には、スピードコントローラ81、切換弁83及び逆止弁84が設けられる。逆止弁84は、スピードコントローラ81に並列に接続される。スピードコントローラ81は、流量制御弁1の第1操作室16における空気圧を配管82を通じて開放するときの開放速度を低減する。この実施の形態では、配管82が、ダイヤフラム弁体12を弁座10から離間するべくピストン15を往動するために大径シリンダ14の第1操作室16に作動流体である空気を供給する本発明の作動流体供給通路に相当する。同じく、配管82は、ダイヤフラム弁体12を弁座10に当接するべくピストン15を復動するために第1操作室16から作動流体としての空気を排出する本発明の作動流体排出通路に相当する。また、スピードコントローラ81は、第1操作室16から空気を排出するときに空気の排出速度を低減するための本発明の絞り手段に相当する。これら、ピストン15、大径シリンダ14、スピードコントローラ81及び配管82により、本発明の弁体駆動手段が構成される。そして、ダイヤフラム弁体12の当接面17bを弁座10の当接端10aに当接するために、スピードコントローラ81により大径シリンダ14の第1操作室16からの空気の排出速度を低減することにより、ダイヤフラム弁体12の動き始めからその移動速度を相対的に低くするようになっている。

#### 【0077】

以上説明したこの実施の形態の構成によれば、大径シリンダ14、ピストン15、スピードコントローラ81及び配管82を協働させることにより、ダイヤフラム弁体12が弁座10に対して離間又は近接し、ダイヤフラム弁体12と弁座10との間の最小流路面積が調節され、入力ポート7から出力ポート6へ流れる液体流量が制御される。

#### 【0078】

ここで、ダイヤフラム弁体12の当接面17bを弁座10の当接端10aに当接するために、スピードコントローラ81により大径シリンダ14の第1操作室16からの空気の排出速度を低減することにより、ダイヤフラム弁体12の動き始めからその移動速度が相対



力が徐々に弱められ、液体の高圧化が抑えられる。この結果、ダイヤフラム弁体12及び弁座10を比較的簡単な構成としながらウォーターハンマの発生を防止することができる。この実施の形態では、ダイヤフラム弁体12と弁座10との間を流れる液体の慣性力が徐々に弱められる分だけ、スピードコントローラ81を持たない第1の実施の形態の構成に比べ、流量制御弁1に対する負荷を低減することができる。

【0079】

図17に、ダイヤフラム弁体12の閉弁時における入力ポート7の圧力（入力側圧力）と出力ポート6の圧力（出力側圧力）の変化について実験結果をタイムチャートに示す。このチャートからも分かるように、ダイヤフラム弁体12の閉弁始めから閉弁終わりまでの間で、入力側圧力及び出力側圧力とも、図19のチャートに比べ相対的に長い時間かけて閉弁終わり時の所定値へ向けて徐々に揺るやかに増大又は減少することになる。この結果、図19に示す従来例のタイムチャートとは異なり、閉弁終了直後に大きな圧力振動が発生することはない。

【0080】

尚、この発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱することのない範囲で構成の一部を適宜に変更して実施することもできる。

【0081】

例えば、前記第2～第4の実施の形態の流量制御弁31、51、61では、ダイヤフラム弁体32及び弁座10として、従来例の弁座100及び弁体101と同じ構成のものを採用した。これに対し、ダイヤフラム弁体及び弁座として、第1の実施の形態の弁座10及びダイヤフラム弁体12を採用してもよい。この構成によれば、ダイヤフラム弁体と弁座との間の最小流路面積が徐々に小さくなることと相まって、ダイヤフラム弁体と弁座との間を流れる液体の慣性力が段階的に弱められ、液体の高圧化がより確実に抑えられることになる。この結果、第2～第4の実施の形態における流量制御弁31、51、61に係る効果に対し、より確実にウォーターハンマの発生を防止することができる。

【0082】

【発明の効果】

請求項1に記載の発明の構成によれば、ダイヤフラム弁体と弁座との間を流れる液体の慣性力が徐々に弱められ、液体の高圧化が抑えられる。この結果、ダイヤフラム弁体及び弁座を比較的簡単な構成としながらウォーターハンマの発生を防止することができる。

【0083】

請求項2に記載の発明の構成によれば、ダイヤフラム弁体と弁座との間を流れる液体の慣性力が段階的に弱められ、液体の高圧化が抑えられる。この結果、ダイヤフラム弁体及び弁座を比較的簡単な構成としながらウォーターハンマの発生を防止することができる。

【0084】

請求項3に記載の発明の構成によれば、ダイヤフラム弁体と弁座との間の最小流路面積が徐々に小さくなることと相まって、ダイヤフラム弁体と弁座との間を流れる液体の慣性力が段階的に弱められ、液体の高圧化が抑えられる。この結果、請求項1に記載の発明の効果に対して、より確実にウォーターハンマの発生を防止することができる。

【0085】

請求項4に記載の発明の構成によれば、ダイヤフラム弁体と弁座との間の最小流路面積が徐々に小さくなることと相まって、ダイヤフラム弁体と弁座との間を流れる液体の慣性力が徐々に弱められ、液体の高圧化が抑えられる。この結果、請求項1に記載の発明の効果に加え、絞り手段を持たない構成の場合と比べ、流量制御弁に対する負荷を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施の形態に係り、流量制御弁を示す断面図。

【図2】 弁座とダイヤフラム弁体を示す拡大断面図。



- 【図5】 ダイアフラム弁体のリフト量変化に対する最小流路面積変化を示すグラフ。
- 【図6】 入力側圧力と出力側圧力の変化を示すタイムチャート。
- 【図7】 第2の実施の形態に係り、流量制御弁を示す断面図。
- 【図8】 同じく流量制御弁を示す断面図。
- 【図9】 同じく流量制御弁を示す断面図。
- 【図10】 第3の実施の形態に係り、流量制御弁を示す断面図。
- 【図11】 同じく流量制御弁を示す断面図。
- 【図12】 同じく流量制御弁を示す断面図。
- 【図13】 第4の実施の形態に係り、流量制御弁を示す断面図。
- 【図14】 同じく流量制御弁を示す断面図。
- 【図15】 同じく流量制御弁を示す断面図。
- 【図16】 第5の実施の形態に係り、流量制御弁を示す断面図。
- 【図17】 入力側圧力と出力側圧力の変化を示すタイムチャート。
- 【図18】 従来例に係り、弁体と弁座の弁構造の一例を示す断面図。
- 【図19】 従来例に係り、圧力波形等を示すグラフ。

10

【符号の説明】

- 1 流量制御弁
- 5 ボディ
- 6 出力ポート
- 7 入力ポート
- 8 第1操作ポート
- 9 第2操作ポート
- 10 弁座
- 10a 当接端
- 10b 外周テーパ面
- 10c 平坦面
- 10d 内周テーパ面
- 11 弁孔
- 12 ダイアフラム弁体
- 13 小径シリンダ
- 14 大径シリンダ
- 15 ピストン
- 16 第1操作室
- 17b 当接面
- 17c 凸部
- 17d 外周面
- 20 第2操作室
- 22 復帰バネ
- 31 流量制御弁
- 32 ダイアフラム弁体
- 33 操作ポート
- 34 第1シリンダ
- 35 第1ピストン
- 36 第2シリンダ
- 37 通気孔
- 38 第2ピストン（移動部材）
- 39 第1操作室
- 40 第2操作室

20

30

40

VI

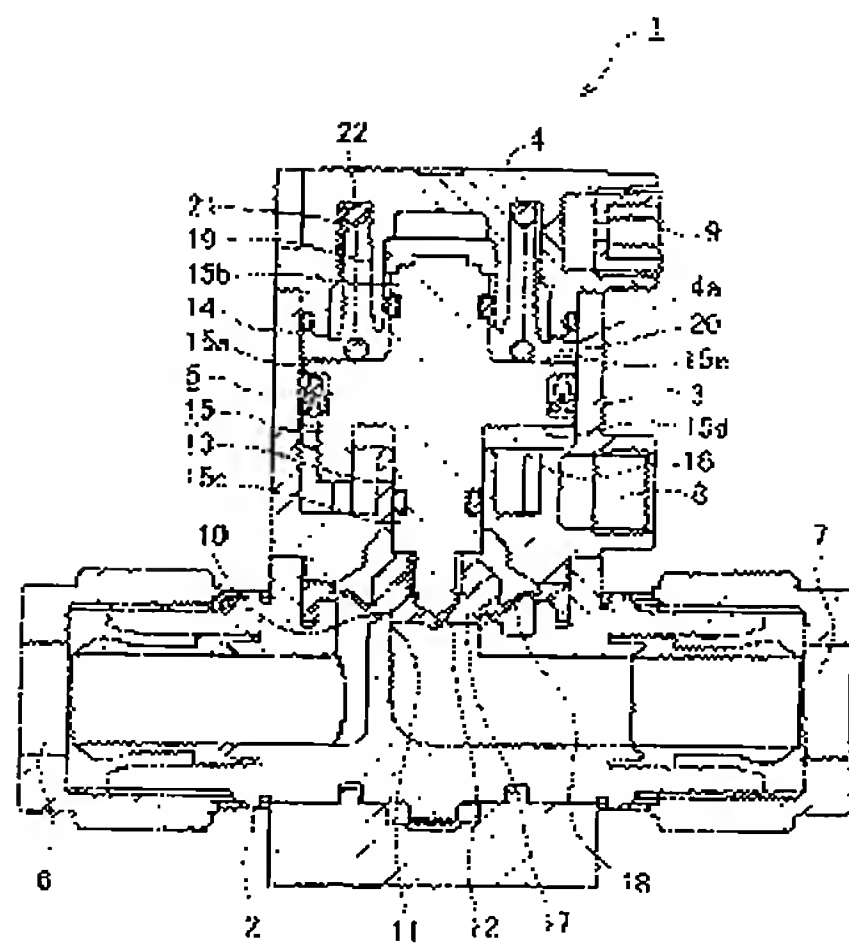
(18)

JP 2004-316679 A 2004.11.11

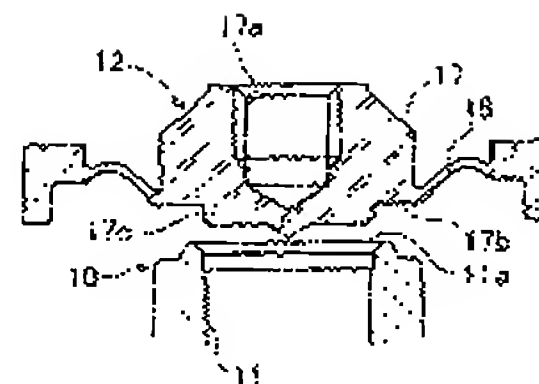
- 5 3 第3操作室
- 5 4 通気孔
- 6 1 流量制御弁
- 6 2 第1操作ポート
- 6 3 第2操作ポート
- 6 4 シリンダ
- 6 7 第1ピストン
- 6 8 第2ピストン
- 6 9 作動ピン
- 7 1 第1止め輪
- 7 2 第2止め輪
- 7 3 第1操作室
- 7 4 第2操作室
- 8 1 スピードコントローラ (絞り手段)
- 8 2 配管 (作動流体供給通路及び作動流体排出通路)

10

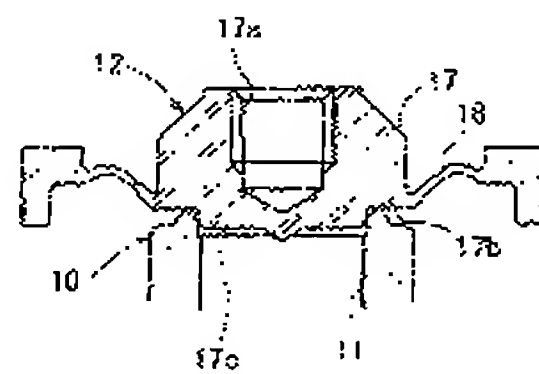
【図1】



【図2】



【図3】

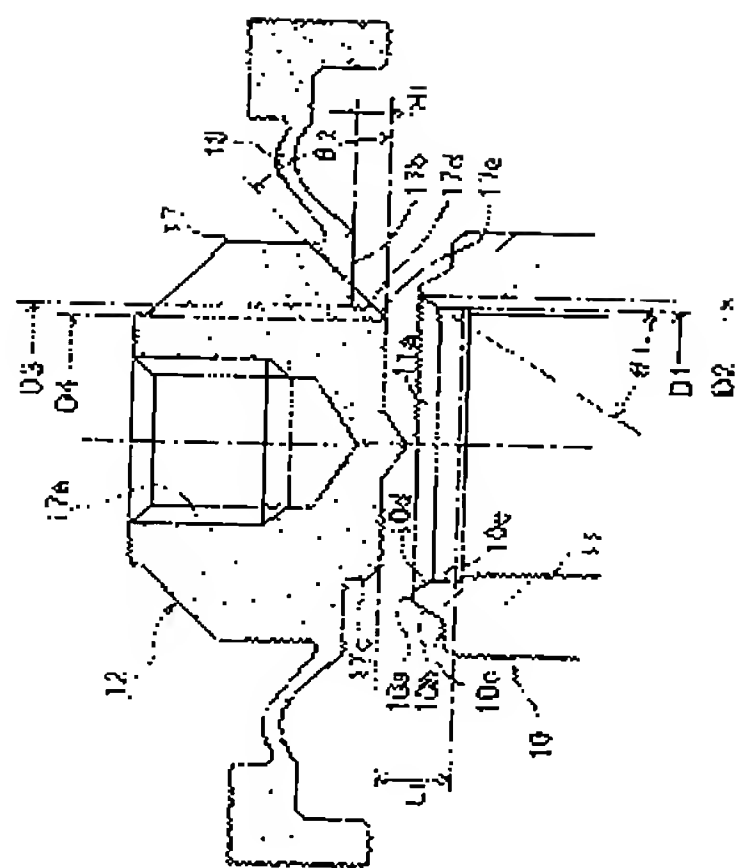


11

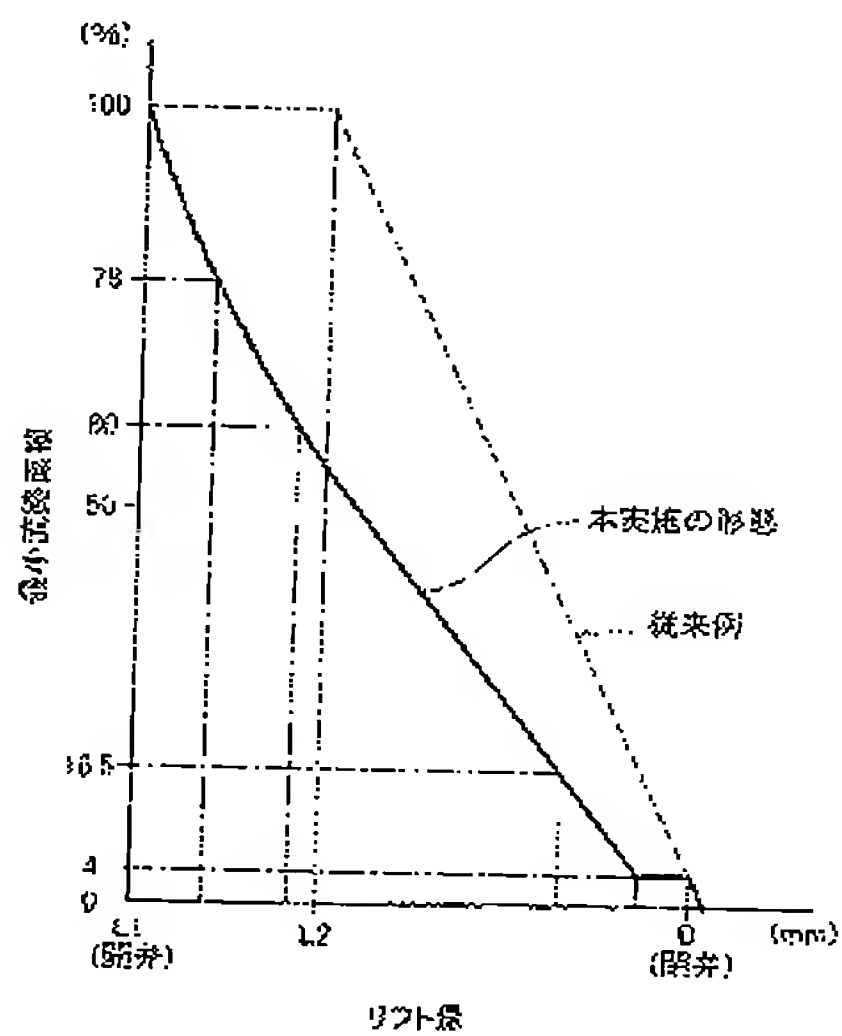
(19)

JP 2004-316679 A 2004.11.11

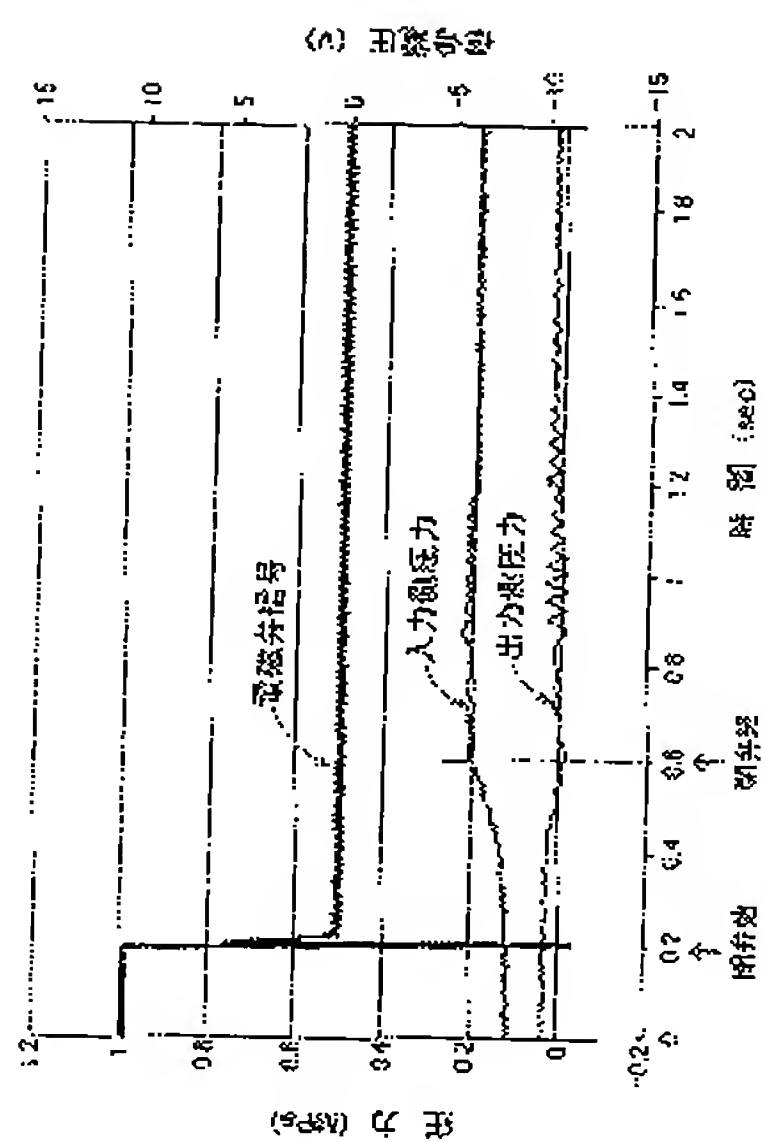
【図 4】



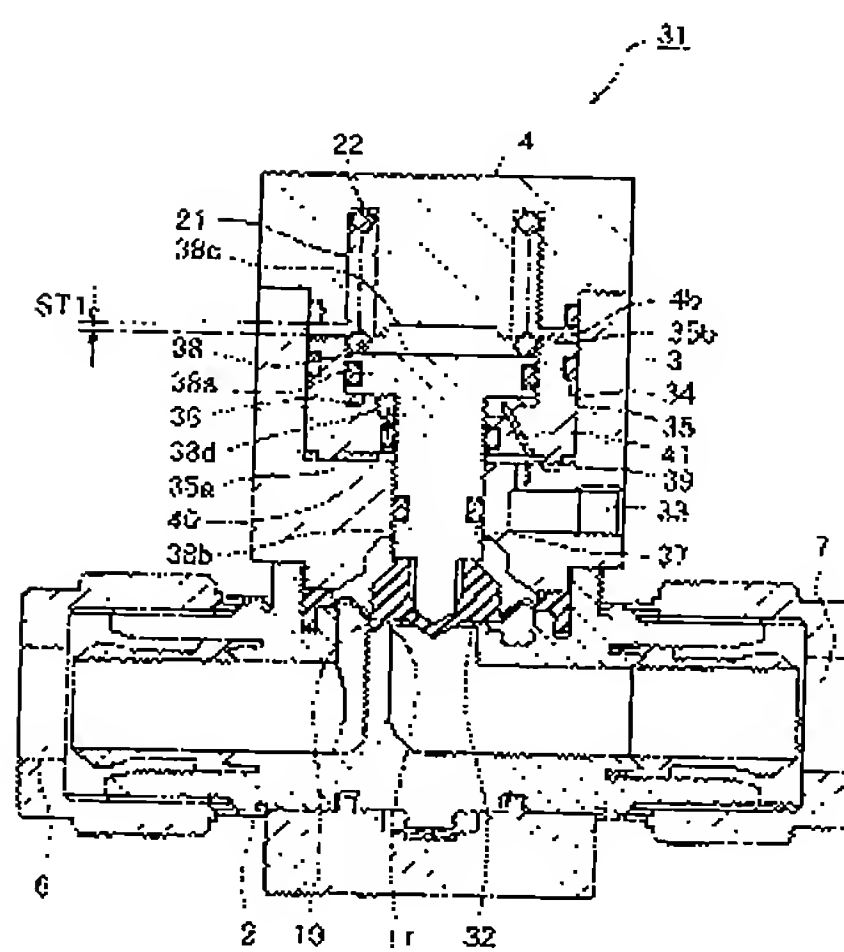
【図 5】



【図 6】



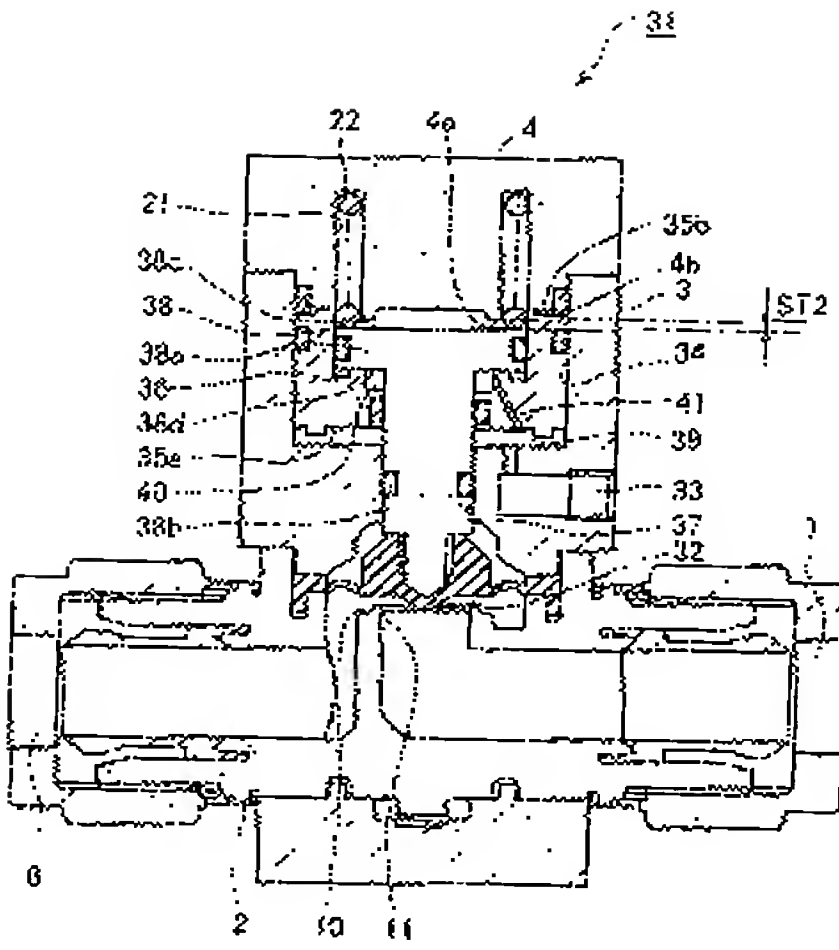
【図 7】



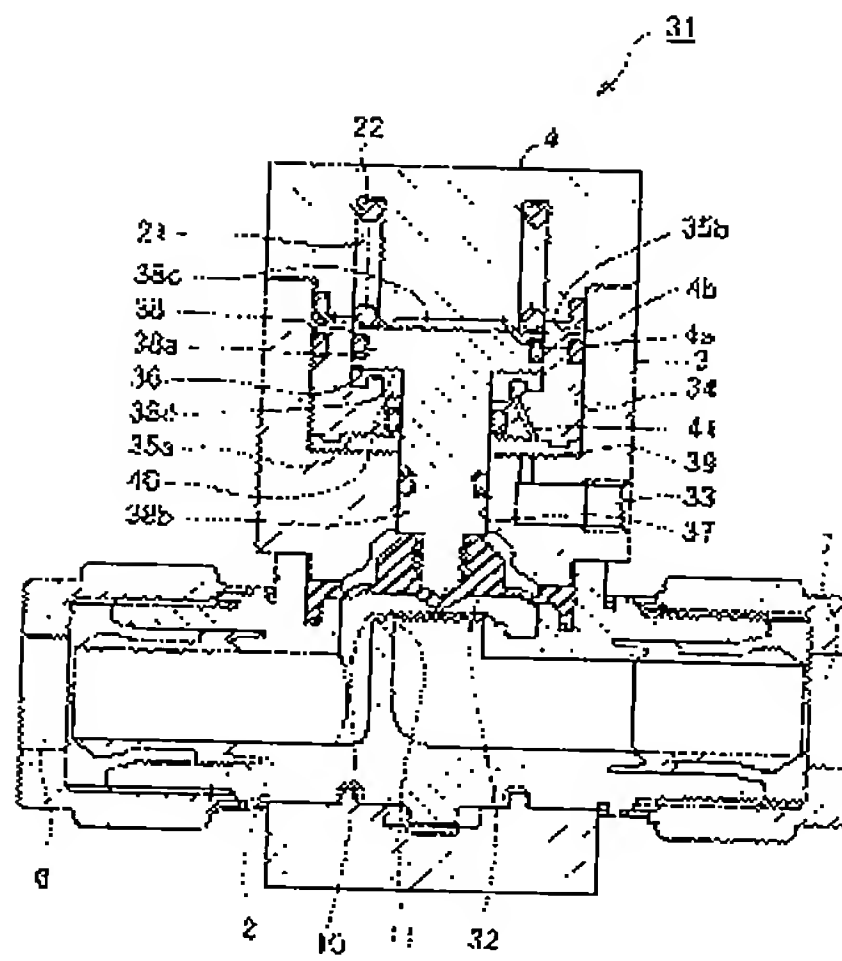
(20)

JP 2004-316679 A 2004.11.11

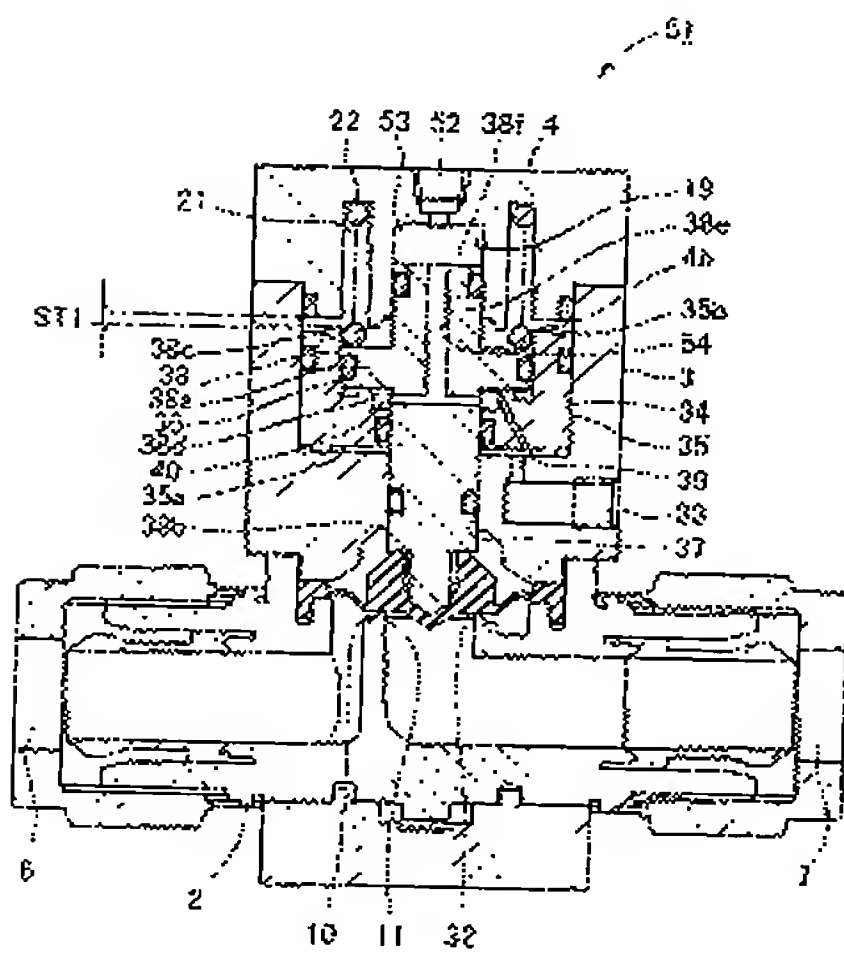
【図 8】



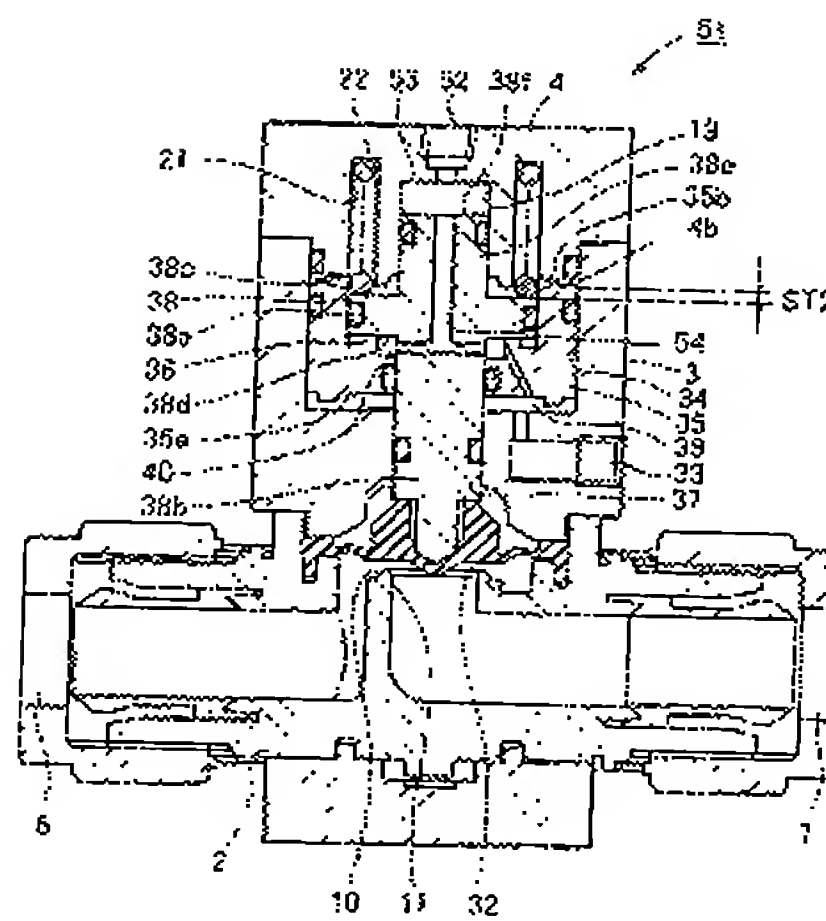
【図 9】



【図 10】



【図 11】

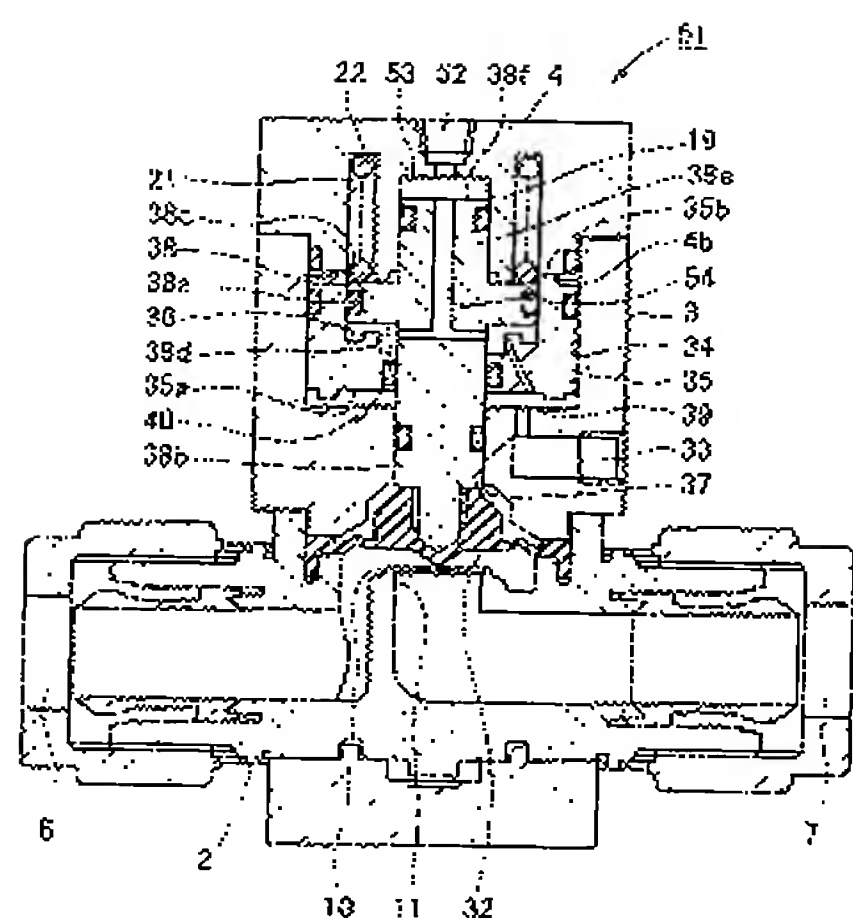


VI

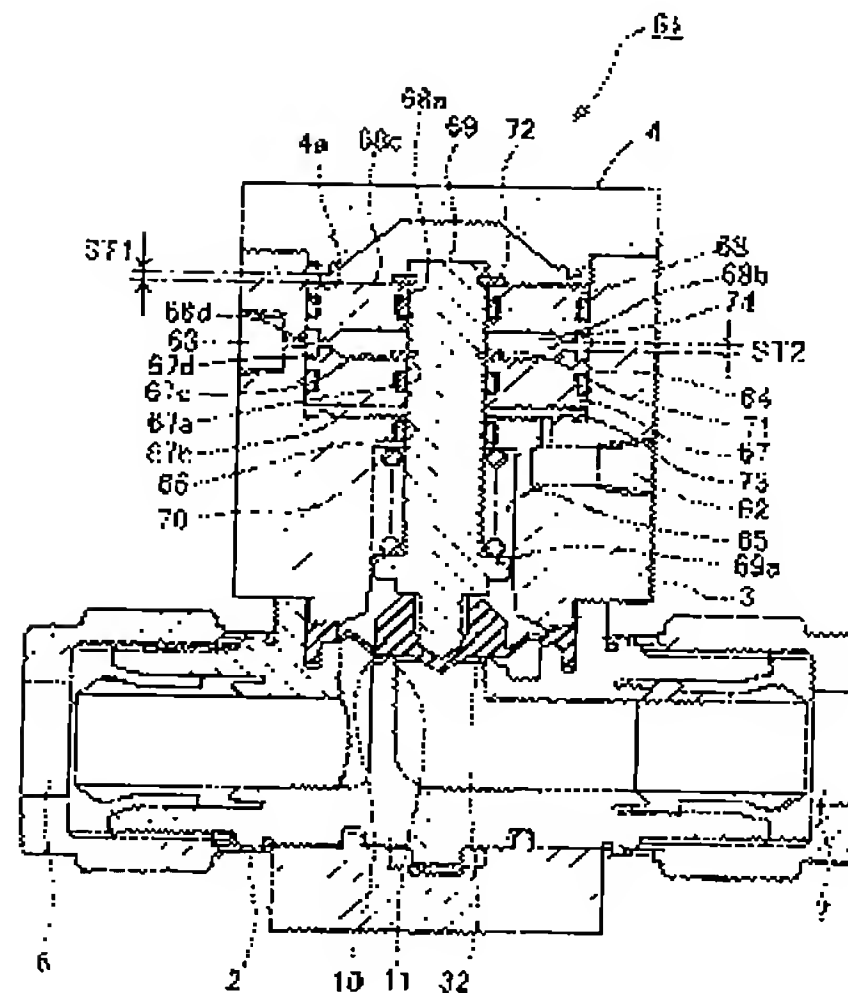
(21)

JP 2004-316579 A 2004.11.11

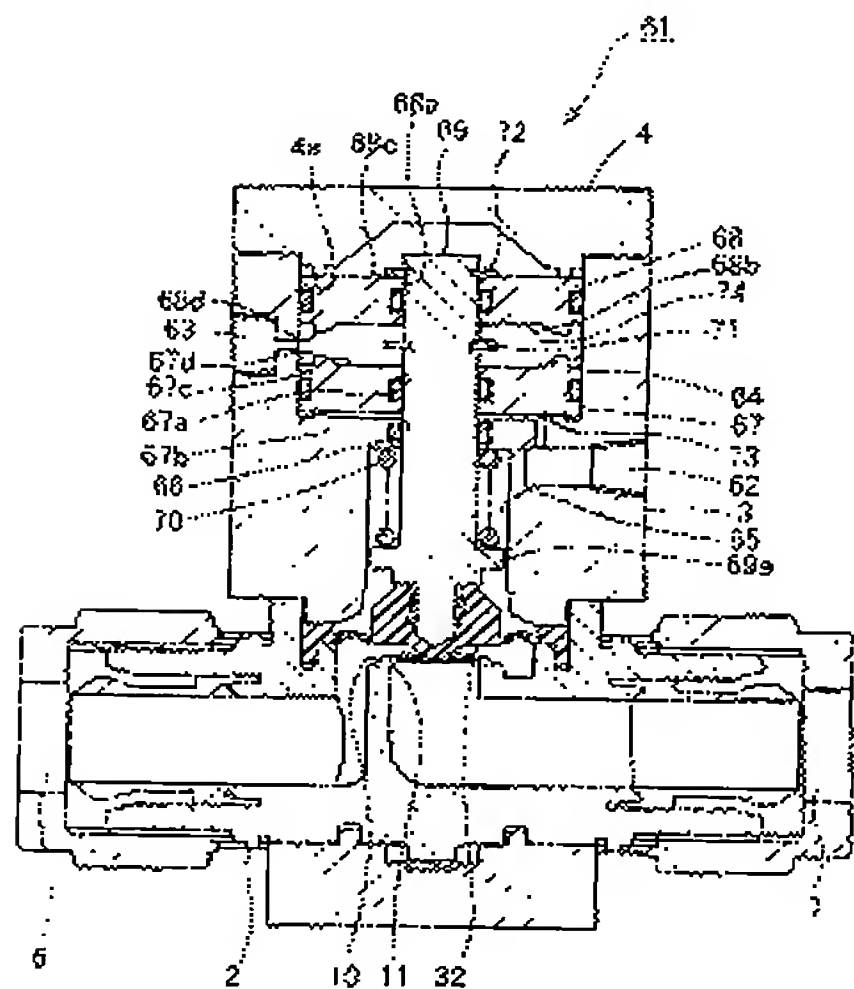
【図 1 2】



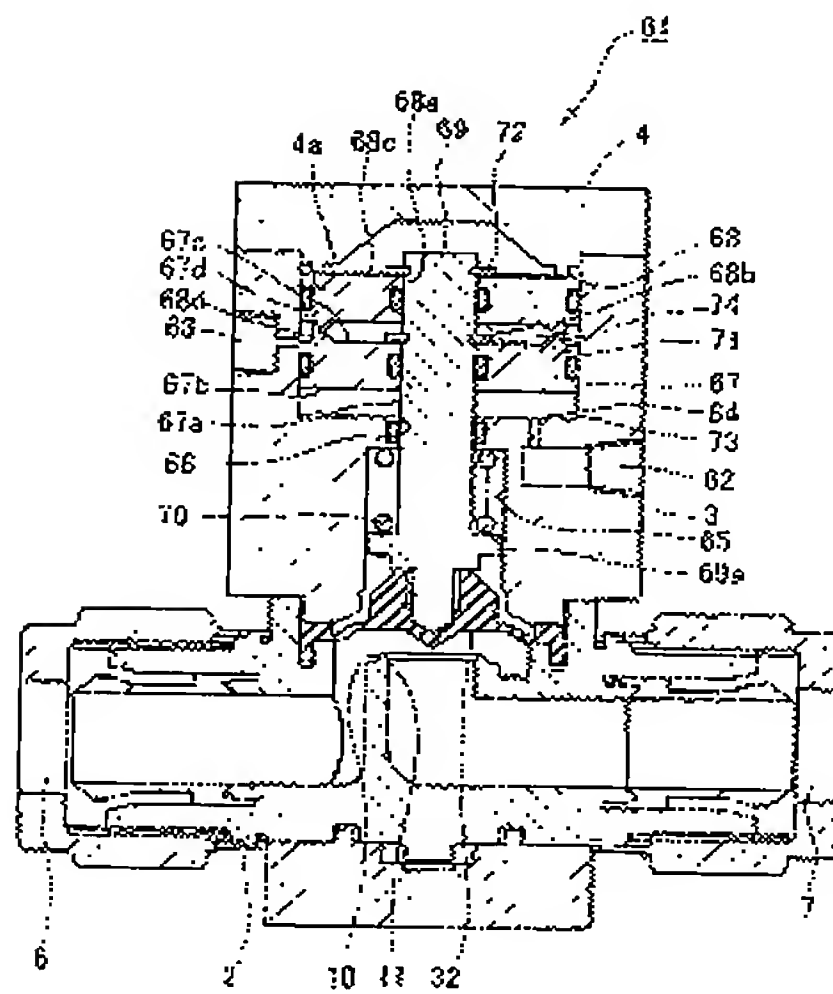
【図 1 3】



【図 1 4】



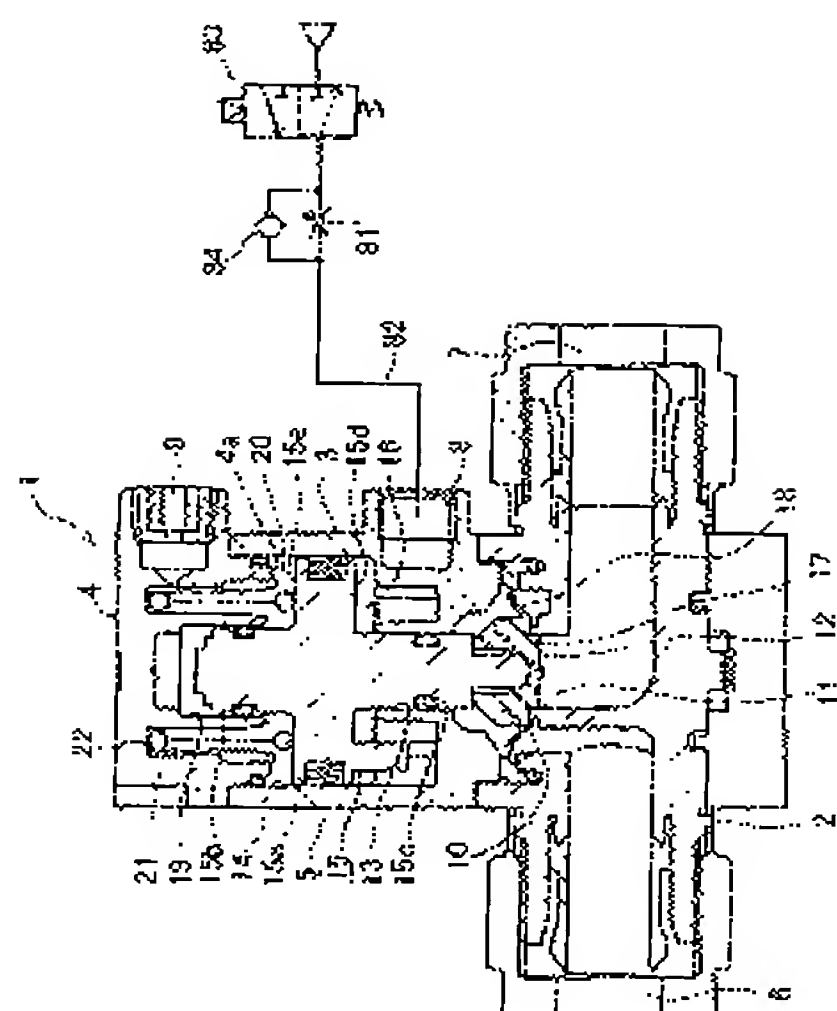
【図 1 5】



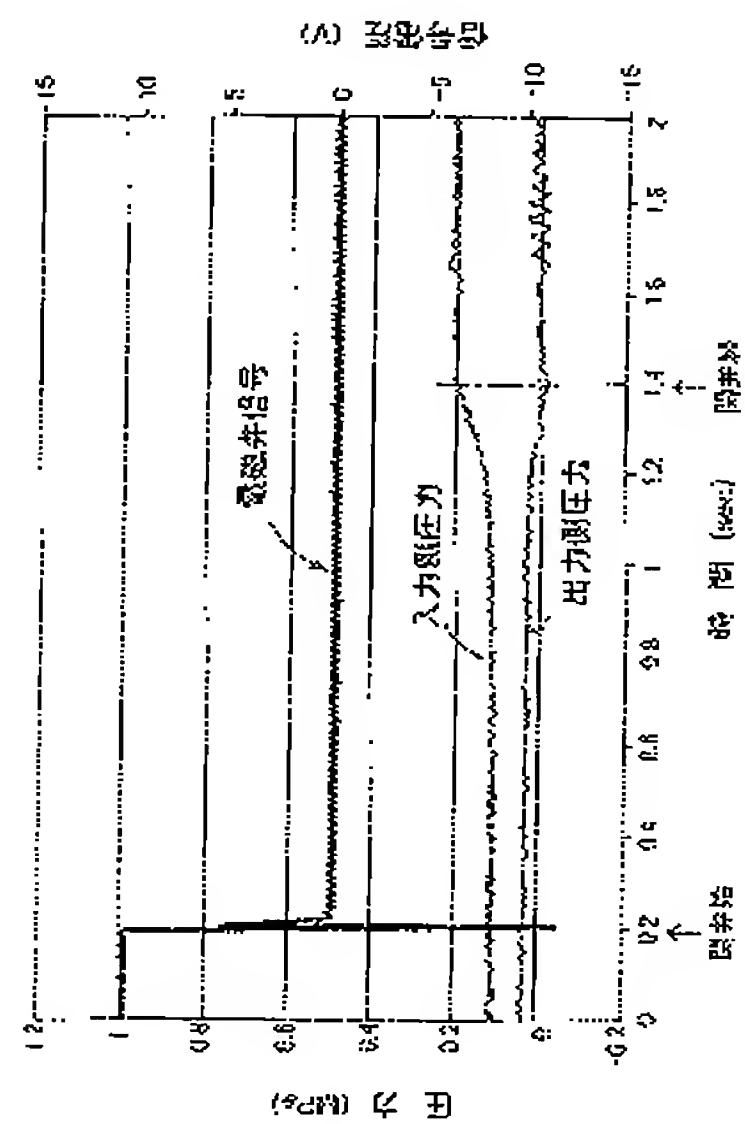


JP 2004-316579 A 2004.11.11

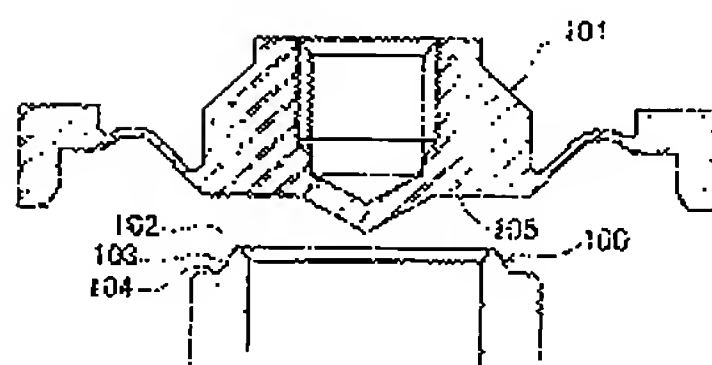
【図 16】



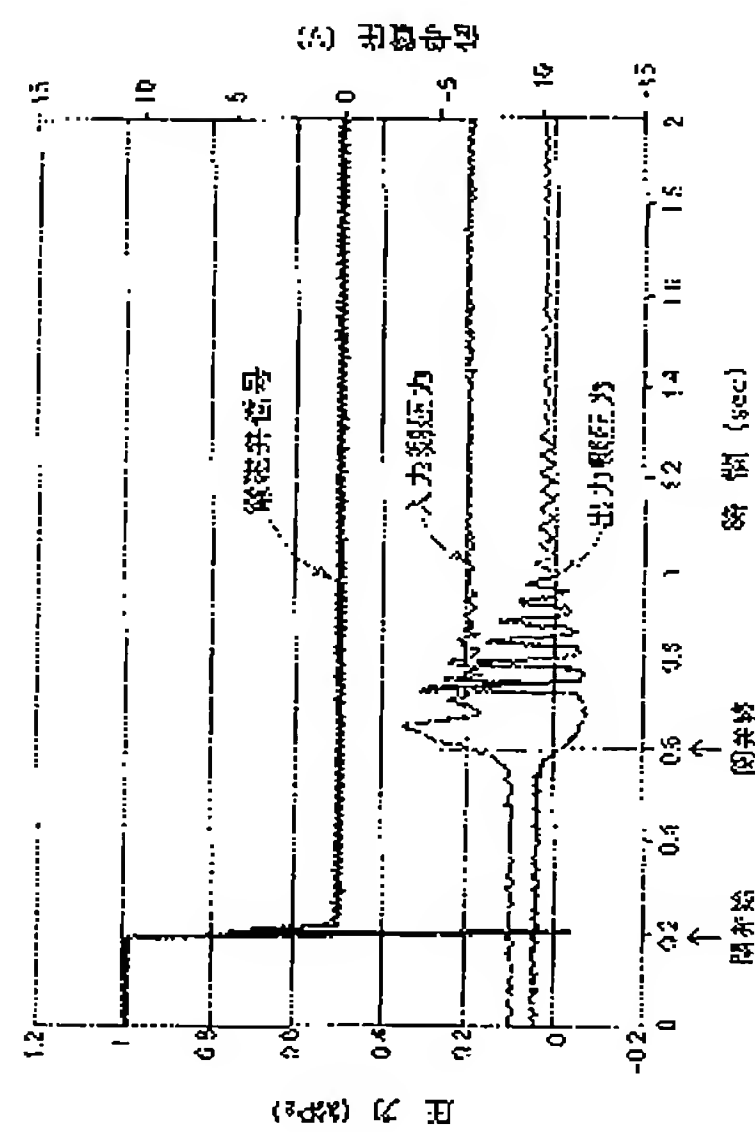
【图 17】



【图 18】



【图 19】



JP 2004-316579 A 2004, 11, 11

フロントページの続き

Fターム(参考) 3H052 AA01 BA03 BA14 CA02 CA11 CB02 DA01  
3H056 AA07 BB12 BB24 CA01 CB03 DD04 EE01  
3H066 AA01 BA05 EA22